

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-013895

(43)Date of publication of application : 19.01.2001

(51)Int.Cl.

G09F 9/37

(21)Application number : 11-180743

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 25.06.1999

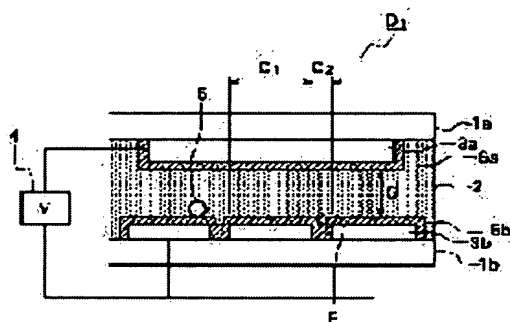
(72)Inventor : TAKEDA TOSHIHIKO

(54) MINUTE OBJECT DRIVING DEVICE, AND DRIVING METHOD THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent a device for moving a minute object as desired from being increased in electric power consumption and physical size.

SOLUTION: When an alternating voltage of a specific waveform is applied to a couple of electrodes 3a and 3b, a minute object 5 moves in a plane almost parallel with substrates 1a and 1b in a region C1 between a couple of electrodes 3a, 3b. The device is simplified and miniaturized compared with a conventional device which moves such a minute object by using laser light. Moreover, since the movement of the minute object 5 is carried out in the region C1 as mentioned above, the transducing efficiency of the consumed electric energy into kinetic energy is improved, and the power consumption can be decreased.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-13895

(P2001-13895A)

(43) 公開日 平成13年1月19日 (2001.1.19)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 9 F 9/37

識別記号

3 1 3

F I

G 0 9 F 9/37

テームト* (参考)

3 1 3 Z 5 C 0 9 4

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-180743

(22) 出願日 平成11年6月25日 (1999.6.25)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 武田 俊彦

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(74) 代理人 100082337

弁理士 近島 一夫 (外1名)

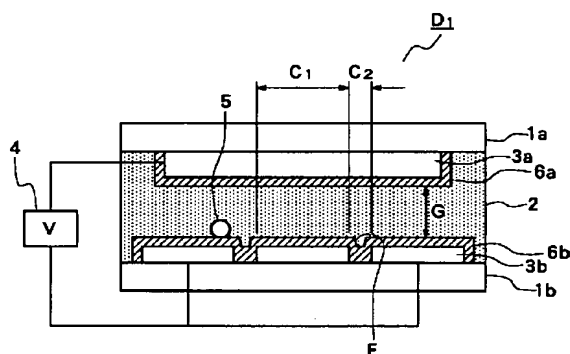
Fターム(参考) 5C094 AA15 AA22 BA43 BA75 BA84

(54) 【発明の名称】 微小物体駆動装置、及びその駆動方法

(57) 【要約】

【課題】 微小物体に所望の運動をさせるための装置に関し、装置の大型化や消費電力の増大を防止する。

【解決手段】 一对の電極3a、3bに特定波形の交番電圧を印加した場合には、微小物体5が、一对の電極3a、3bに挟まれた領域C₁にて基板1a、1bにほぼ平行な平面内にて運動をする。このような微小物体の運動をレーザー光を利用して行う従来の装置に比べ、装置が簡素化・小型化される。また、微小物体5の運動は、上述のような領域C₁にて行われるため、消費した電気エネルギーの運動エネルギーへの変換効率が良くなり、消費電力を低減できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定間隙を開けた状態に配置された一対の基板と、これらの基板の間隙に配置された電場応答性液体と、該電場応答性液体内に移動自在に配置された少なくとも1つの微小物体と、前記電場応答性液体を挟み込むように配置された一対の電極と、これらの電極に電圧を印加する電圧印加手段と、を備えた微小物体駆動装置において、

前記電圧印加手段から前記一対の電極に対して所定の電圧を印加することに基づき、前記微小物体が、前記一対の電極に挟まれた領域にて前記基板にほぼ平行な平面内にて運動をするように構成された、
ことを特徴とする微小物体駆動装置。

【請求項2】 前記電場応答性液体が液晶である、
ことを特徴とする請求項1に記載の微小物体駆動装置。

【請求項3】 前記電場応答性液体が、装置を駆動する温度範囲内にて少なくともネマチック相あるいはコレステリック相を発現できる液晶である、
ことを特徴とする請求項2に記載の微小物体駆動装置。

【請求項4】 前記電場応答性液体が、2種類以上の液晶を混ぜた混合液晶である、
ことを特徴とする請求項2又は3に記載の微小物体駆動装置。

【請求項5】 前記一対の電極の表面に膜をそれぞれ形成し、
それぞれの膜にラビング処理を施し、
前記電極は、少なくともラビング方向に沿って延設された形状とし、かつ、
前記微小物体が、前記ラビング方向に沿った直線運動を行うように構成された、
ことを特徴とする請求項2乃至4のいずれか1項に記載の微小物体駆動装置。

【請求項6】 前記一対の膜のラビング方向が互いに逆方向である、
ことを特徴とする請求項5に記載の微小物体駆動装置。

【請求項7】 前記電極の幅及び電極間間隙を、いずれも前記微小物体の外径にほぼ等しくし、
前記一対の電極を交差するように配置し、かつ、
前記微小物体がその交差部分にて自転運動を行うように構成された、
ことを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の微小物体駆動装置。

【請求項8】 前記電極の幅及び電極間間隙を、いずれも前記微小物体の外径よりも広くし、
前記一対の電極を交差するように配置し、かつ、
前記微小物体がその交差部分にて円運動を行うように構成された、
ことを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の微小物体駆動装置。

【請求項9】 前記一対の電極が、ストライプ状で互い

に直交するように配置された、

ことを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項に記載の微小物体駆動装置。

【請求項10】 前記微小物体が誘電体である、
ことを特徴とする請求項1乃至9のいずれか1項に記載の微小物体駆動装置。

【請求項11】 前記微小物体が前記電場応答性液体に溶解しないものである、
ことを特徴とする請求項10に記載の微小物体駆動装置。

【請求項12】 前記電圧印加手段によって印加される電圧が交番電圧である、
ことを特徴とする請求項1乃至11のいずれか1項に記載の微小物体駆動装置。

【請求項13】 前記交番電圧が、正極性パルスと負極性パルスとからなる、
ことを特徴とする請求項12に記載の微小物体駆動装置。

【請求項14】 前記正極性パルスの波高値と前記負極性パルスの波高値とが異なる値である、
ことを特徴とする請求項13に記載の微小物体駆動装置。

【請求項15】 前記交番電圧の周波数が10Hz以上5kHz以下である、ことを特徴とする請求項12乃至14のいずれか1項に記載の微小物体駆動装置。

【請求項16】 前記交番電圧の波高値が、前記電極間に形成される電界強度が1V/μm以上13V/μm以下になる範囲である、
ことを特徴とする請求項12乃至15のいずれか1項に記載の微小物体駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、微小物体に所望の運動をさせる微小物体駆動装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、微小機械技術や生命工学等の発展に伴い、微小物体に所望の運動をさせる技術に対するニーズが高まってきている。このように微小物体に運動をさせる方法としては、

- A. 対物レンズを通過させたレーザー光を流体中の微小物体に照射し、その際にレーザー光が屈折等することにより生じる運動量変化を利用する方法や、
 - B. 流体に電圧を印加して対流を生ぜしめ、これによって流体中の微小物体を運動させる方法、
- がある。

【0003】上記Aの方法としては、

- A-1. 微小物体を回転させるようにしたもの（特開平5-168265号公報）や、
- A-2. 微小物体を、レーザー光でトラップして所望の方向に移動させるようにしたものや、

A-3. 微小物体を、所望の軌道上で円運動させるようにしたもの、

が多数提案されている。

【0004】また、上記Bの方法としては、

B-1. 図8に示すように、電極23a、23bをそれぞれ形成した一対の基板1a、1bの間隙に液晶（流体）22を挟み込むように配置すると共に、これらの電極23a、23bに挟まれない領域C₁（以下、この領域を“電極非対向領域C₁”とし、電極23a、23bに挟まれた領域を“電極対向領域C₂”とする）の液晶中に回転子（微小物体）25を配置したものであり、これらの電極23a、23bに電圧を印加することによって電極対向領域C₂において一方の電極23bから他方の電極23aの方向に液晶流動26を発生させ、この液晶流動26に起因した対流うず27を発生させ、該対流うず27によって回転子25を回転させて動力を発生させるようにしたもの（特開平6-294374号公報）や、

B-2. 特定の化合物（有機フッ素化合物）を配合した絶縁性油を流体として用いると共に、複数の針金状の電極を配置し、これらの電極に直流電圧を印加することによって前記流体を対流させることにより、流体内に配置した可動部材（微小物体）を回転させるようにしたもの（特開平8-210240号公報）、が提案されている。

【0005】なお、上記B-2における可動部材の回転方向は、複数の電極の中で電圧を印加する電極を変える事により制御する。なお、上記流体の流動は、一方の電極からもう一方他方の電極に移動する事により形成される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来例には種々の問題があった。

【0007】例えば、上記Aの装置の場合、レーザー光源や対物レンズ等の光学系が必要であり、薄くする事が困難であるという問題があった。特に、上記A-1の場合には、レーザー光源を複数個設ける必要があると共に、レーザー光を円偏光化させるための光学系が必要であり、上記A-2の場合には、レーザー光の焦点位置を所望の移動方向に移動させるための光学系あるいは機械系が必要であって、装置の薄型化が困難であった。

【0008】一方、上記B-1の装置の場合、回転子25は電極対向領域C₂の側の液晶流動26のみによって回転駆動されるだけで、電極非対向領域C₁の側では回転駆動されない。したがって、回転子25を介して取り出される運動エネルギーが、印加した電圧（すなわち、消費した電気エネルギー）の割に小さく、エネルギーの変換効率が悪いという問題があった。また、この装置の場合には、回転子25の回転軸は、基板面に沿った方向（すなわち、図8の紙面に垂直な方向）に配置しなければ

ならず、基板1aと基板1bとの間には回転軸を配置し回転させるために100μm以上の大きな間隙（図示符号G参照）を設けなければならず、装置の薄型化に限界があるという問題もあった。さらに、この装置の場合には、回転子25を電極対向領域C₂に配置することはできず、基板面に沿った方向には、電極対向領域C₂と、回転子25を配置できる幅広の電極非対向領域C₁とをそれぞれ設けなければならず、該方向に装置が大型化するという問題があった。

10 【0009】また一方、上記B-2の装置の場合には、複数の針金状の電極を配置するために構造が複雑になるという問題があった。また、可動部材の回転方向を反転させるためには、複数の電極の中から特定の電極を選択し直す必要があり、駆動方法や駆動回路が複雑になる問題があった。

【0010】そこで、本発明は、装置の大型化や複雑化を防止する微小物体駆動装置を提供することを目的とするものである。

20 【0011】また、本発明は、消費電力の無駄を低減する微小物体駆動装置を提供することを目的とするものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は上記事情を考慮してなされたものであり、所定間隙を開けた状態に配置された一対の基板と、これらの基板の間隙に配置された電場応答性液体と、該電場応答性液体内に移動自在に配置された少なくとも1つの微小物体と、前記電場応答性液体を挟み込むように配置された一対の電極と、これらの電極に電圧を印加する電圧印加手段と、を備えた微小物体駆動装置において、前記電圧印加手段から前記一対の電極に対して所定の電圧を印加することに基づき、前記微小物体が、前記一対の電極に挟まれた領域にて前記基板にほぼ平行な平面内にて運動をするように構成された、ことを特徴とする。

30 【0013】

【発明の実施の形態】以下、図1乃至図4を参照して、本発明の実施の形態について説明する。

【0014】まず、本発明にて駆動される微小物体駆動装置の構造について、図1及び図2を参照して説明する。

40 【0015】本発明にて駆動される微小物体駆動装置は、例えば図1に符号D₁で示すように、所定間隙を開けた状態に配置された一対の基板1a、1bと、これらの基板1a、1bの間隙に配置された電場応答性液体2と、該電場応答性液体内に移動自在に配置された少なくとも1つの微小物体5と、前記電場応答性液体2を挟み込むように配置された一対の電極3a、3bと、これらの電極3a、3bに電圧を印加する電圧印加手段4と、を備えており、前記電圧印加手段4から前記一対の電極3a、3bに対して所定の電圧を印加することに基づ

き、前記微小物体5が、前記一対の電極3a、3bに挟まれた領域C₁（以下、“電極対向領域C₁”とする）にて前記基板1a、1bにはほぼ平行な平面内にて運動をするように構成されている。

【0016】なお、上述した微小物体5は、全体が前記電場応答性液体中に浸漬されていても、或は一部のみが前記電場応答性液体中に浸漬されていても良い。また、図1ではこの微小物体5を1個のみ示すが、その数は1個のみに限定されるものではなく、2個以上であっても多数であっても良い。さらに、微小物体5は、誘電体であれば良く、電場応答性液体2に溶解しないもの（後述のように電場応答性液体2に液晶を用いる場合には液晶の等方性液体転移温度以下において該液晶に溶解しないもの）であればその材質は特に限定されず、例えばポリマービーズや酸化金属微粒子や有機分子集合体等を用いれば良い。またさらに、その形状自体は特に限定されるものではなく、球状であっても扁平状であっても針状であっても構わない。但し、1つの微小物体5の大きさは、電場応答性液体2に浸漬された状態で（例えば該液体の吸収や化学変化が生じたとしても）該液体層厚よりも小さくて移動可能でなければならない。例えば、1mm以下の大きさが好ましい。

【0017】なお、個々の微小物体5に動力伝達機構（不図示）を連結し、微小物体5の運動を駆動力として装置外部に取り出すようにしてもよい。具体的には、後述のように微小物体5に自転運動をさせる場合には、動力伝達機構としての回転軸を微小物体5に連結し、装置D₁をマイクロモーターやマイクロポンプ等として用いれば良い。

【0018】一方、本発明に用いる電場応答性液体2とは、電圧を印加することによって、該液体2を構成する分子の配向や粘度や光学特性が変化するような液体を意味する。この電場応答性液体2には、電圧印加によって流動が誘起されて前記微小物体5に所望の運動をさせることができるものであればどのような材質のものを用いても良いが、代表的なものとして液晶や電気粘性液体を挙げることができる。液晶を用いる場合、その種類や構造は特に限定されるものではなく、2種類以上の液晶を混ぜた混合液晶であっても構わないが、液晶流動を容易に発現させるには、装置を駆動する温度範囲内にて少なくともネマチック相あるいはコレステリック相を発現できる液晶であることが好ましい。

【0019】また一方、前記一対の電極3a、3bのうちの少なくとも一方の電極（図1では電極3b）、又は両方の電極をストライプ状に形成しても良い。なお、ストライプ状に形成する方の電極は、例えば図2に符号3bで示すように、一端部だけが連結された“E”字型に形成しても良く、両端部がそれぞれ連結された“日”字型のものであっても良い。また、両方の電極3a、3bをストライプ状にした場合には、それらが直交するよう

に配置すると良い。さらに、図1及び図2では、電極3bは3本のストライプ状であるが、もちろんこれに限る必要はなく、2本であっても4本以上であっても良い。

【0020】一方、各電極3a、3bの表面には膜6a、6bをそれぞれ形成しても良い。かかる膜6a、6bとしては、絶縁機能を有するものや、電場応答性液体として液晶を用いる場合には該液晶を配向させる機能を有するものや、それら両方の機能を有するものを挙げることができる。これらの膜6a、6bの材質等に特に制限はないが、例えばポリイミド膜を用いると良い。該膜6a、6bに、液晶を配向させる機能を付与するには、ラビング処理等の水平配向処理を膜表面に施すと良い。この場合のラビング処理は、両方の電極3a、3bを被覆した膜6a、6bの双方に施しても良いが、そのようにする場合にはそれらのラビング方向が互いに逆方向になるようにすると良い。なお、上述のようにストライプ状に形成した方の電極3a又は3bの表面に膜6a又は6bを形成する場合には、ストライプ状の電極の間隙に起因する凹部Eが該膜（図1では膜6b）の表面に形成されるようにすると良い。

【0021】また一方、基板間隙にスペーサー（不図示）を配置して、該間隙を規定するようにしてもよい。

【0022】次に、本発明に係る微小物体駆動装置の駆動方法について、図3及び図4を参照して説明する。

【0023】いま、前記電圧印加手段4から前記一対の電極3a、3bに対して電圧を印加すると、前記微小物体5は、前記一対の電極3a、3bに挟まれた電極対向領域C₁にて前記基板1a、1bにはほぼ平行な平面内にて運動をする。

【0024】ここで、前記一対の電極3a、3bに印加する電圧には交番電圧を上げることができ、具体的には、図4に示すような矩形波の交番電圧の他、サイン波の交番電圧や、三角波の交番電圧や、鋸波の交番電圧を上げることができる。この場合、正極性パルスの波高値（V1）と負極性パルスの波高値（V2）とを異ならせると良く、そのような交番電圧を作成するには、正極性パルスの波高値と負極性パルスの波高値とが等しい交番電圧と、オフセット電圧とを合成すれば良い。なお、このオフセット電圧の絶対値の大きさは、微小物体5に所望の運動を発現できるものであれば特に制限はない。

【0025】ところで、前記交番電圧の周波数や波高値V1、V2が小さければ電場応答性液体2の流動が小さくなり、反対にその周波数や波高値が大きければ（前記流動は大きくなるものの）微小物体5が電極3a又は3bに吸着されてしまい、結局、いずれの場合も微小物体5は所望の運動ができなくなる。したがって、前記一対の電極3a、3bに印加する交番電圧の周波数や波高値は、微小物体5が運動を行える範囲のものでなければならない。その範囲は、電場応答性液体2の種類や、微小物体5の材質・大きさや、膜6a、6bの材質に応じて

異なるものであるが、交番電圧の周波数は10Hz以上5kHz以下の範囲が好ましく（より好ましくは、50Hz以上5kHz以下）、交番電圧の波高値V1、V2は、電極間に形成される電界強度が1V/μm以上13V/μm以下（より好ましくは3V/μm以上13V/μm以下、さらに好ましくは10V/μm以上13V/μm以下）になる範囲が好ましい。

【0026】なお、微小物体5に直線運動をさせたい場合には、

* 各電極3a、3bの表面に膜6a、6bをそれぞれ形成し、

* 両方の膜6a、6bにそれぞれラビング処理を施し、かつ、

* 電極3a、3bは、少なくともラビング方向に沿って延設された形状（例えば、電極を基板1a、1bのほぼ全面に幅広に形成するか、細長に形成する場合にはその長手方向をラビング方向に一致させるようにした形状）とする、

ことが必要であり、かかる場合の微小物体5の移動方向はラビング方向に沿った方向となる。

【0027】これに対して、微小物体5に自転運動をさせたい場合には、

* 上述のようなラビング処理を施さず、

* 電極3a、3bの幅及び電極間隙（図1の符号G参照）を、いずれも微小物体5の外径にほぼ等しくし、

* 両方の電極3a、3bを交差させてその交差部分である電極対向領域C₁を狭くし、微小物体5の運動領域を限定する、
必要がある。

【0028】また、微小物体5に円運動をさせたい場合には、

* ラビング処理を施さず、

* 電極間隙Gを微小物体5の外径よりも広くし、

* 電極3a、3bの幅を微小物体5の外径よりも広くし（例えば、2倍以上）、

* 両方の電極3a、3bを交差させてその交差部分である電極対向領域C₁を狭くし、微小物体5の運動領域を限定する、
必要がある。

【0029】一方、前記微小物体5が複数の場合には、全ての微小物体5が同様の運動（自転運動、円運動又は直線運動）を行うが、円運動の場合には、図3に示すように複数の同心円状の軌道に沿って同方向に円運動をする。なお、両方の電極3a、3bをストライプ状で直交するように配置した場合には複数の電極対向領域C₁が生ずるが、かかる場合には、各領域C₁に配置された微小物体5はそれぞれの領域C₁にて円運動又は自転運動を行うこととなる。

【0030】次に、本実施の形態の効果について説明する。

【0031】本実施の形態によれば、微小物体5に直線運動、円運動、自転運動など多様な運動を発現させる事ができ、上述のような動力伝達機構を個々の微小物体5に連結した場合には電気エネルギーを運動エネルギーに変換してマイクロモーターやマイクロポンプ等として用いることができる。

【0032】また、本実施の形態によれば、上記従来例Aのようにレーザー光源等の光学系を必要とせず、上記従来例B-2のような複雑な電極や駆動回路を必要としないため、装置の構造を簡単にでき、その薄型化を図ることができる。

【0033】さらに、本実施の形態によれば、個々の微小物体5に動力伝達機構として回転軸を連結する場合であっても、その回転軸を延設する方向は、上記従来例B-1のような“基板面に沿った方向”ではなく“基板面に垂直な方向”となる。したがって、基板1aと基板1bとの間に回転軸を配置し回転させるための間隙を設ける必要がなくなり、この点においても装置の薄型化を図ることができる。

【0034】またさらに、本実施の形態によれば、微小物体5の自転運動は、その微小物体5の両側において互いに逆方向に発生した液体流動によってなされ、上記B-1の装置の場合のように片側の流動26のみによってなされるのではない。このため、微小物体5に動力伝達機構として回転軸を連結する場合であっても、電気エネルギーを運動エネルギーに変換する場合の変換効率が向上され、消費電力の無駄を低減できる。

【0035】また、本実施の形態によれば、微小物体5は、上記従来例B-1のように電極非対向領域C₂にて運動するのではなく、電極対向領域C₁にて運動する。したがって、電極非対向領域C₂は、微小物体5が運動するためのスペースを考慮することなく小さくでき、その分、装置を小型化できる。

【0036】

【実施例】以下、実施例に沿って本発明を更に詳細に説明する。

【0037】（実施例1）本実施例においては、図5に示す微小物体駆動装置を作成した。

【0038】すなわち、基板1a、1bには、8mm×8mmのサイズの透明のものをを用い、一方の透明電極3bのみをストライプ状とし他方の透明電極3aは基板1aのほぼ全面に形成した。以下、ストライプ状に形成した方の電極3bの全体を必要に応じて“櫛形透明電極3b”とし、その電極部分の1本を“細長電極部”とする。なお、本実施例においては、各細長電極部の幅は100μm、隣接される細長電極部相互の間隙は50μmとした。

【0039】また、これらの電極3a、3bの表面にはポリイミド薄膜6a、6bをそれぞれ形成し、さらに、基板間隙には多数のスペーサー（不図示）を配置し、該

間隙を $15\ \mu\text{m}$ に規定した。

【0040】一方、本実施例では、微小物体として、 $3\ \mu\text{m}$ の粒径のポリマービーズ（商品名マイクロパール B、積水ファインケミカル（株）製）を多数用い（不図示）、電場応答性液体としてネマチック液晶（商品名 BL9、メルク社製）を用いた（同じく不図示）。

【0041】そして、駆動に際しては、図 4 に示すような矩形波交番電圧を電極 3a、3b に印加した。但し、この交番電圧のデューティ比は 50% とし、正極性パルスの波高値 V_1 は $7.2\ \text{V}$ 、負極性パルスの波高値 $-V_2$ は $-4.8\ \text{V}$ とし、正極性パルスは楕円透明電極 3b の方に印加した。

【0042】本発明者が顕微鏡で観察したところ、図 3 に詳示するように、複数のポリマービーズ 5 が、交番電圧の印加に伴って、基板 1a、1b にほぼ平行な面内であって電極対向領域 C₁ にて同心円状の複数の円軌道（最大の円軌道の直径は細長電極部の幅とほぼ同じ $100\ \mu\text{m}$ であった）に沿って右回りに円運動をしていることが分かった。また、かかる同心円軌道は、電極 3b に沿って複数個生じていることも分かった。

【0043】ポリマービーズ 5 がこのように円運動する機構については完全には解明できていないが、電圧印加に伴って電極両端縁には矢印 F₁ の方向の（すなわち、互いに逆方向の）液晶流動が生じるためと推察される。

【0044】次に、本実施例の効果について説明する。

【0045】本実施例によれば、ポリマービーズに円運動をさせることができた。

【0046】また、従来装置に比べて装置の構造を簡単にでき、その薄型化を図ることができた。

【0047】（実施例 2）本実施例においては両方の電極 3a、3b をストライプ形状として互いに直交するように配置し、いずれのポリイミド薄膜 6a、6b にもラビング処理を施さなかった。その他の構成は実施例 1 と同様とした。なお、一方の細長電極部の電極幅は $200\ \mu\text{m}$ で、他方の細長電極部の電極幅は $100\ \mu\text{m}$ とし、隣接される細長電極部相互の間隙は、上下の基板共に $50\ \mu\text{m}$ とした。

【0048】なお、駆動に際しては、図 4 に示すような矩形波交番電圧を電極 3a、3b に印加した。但し、この交番電圧のデューティ比は 50% とし、正極性パルスの波高値 V_1 は $10.8\ \text{V}$ 、負極性パルスの波高値 $-V_2$ は $-3.2\ \text{V}$ とし、正極性パルスは、電極 3b の方に印加した。

【0049】本発明者が顕微鏡で観察したところ、図 6 に詳示するように実施例 1 と同様の円運動をすることが分かったが、同一の電極対向領域 C₁ においては、一方のポリマービーズ 5 は右回りに円運動をし、他方のポリマービーズ 5 は左回りに円運動をすることが分かった。

【0050】なお、本実施例によれば、実施例 1 と同様

の効果が得られた。

【0051】（実施例 3）本実施例においては、実施例 2 と同じ微粒子駆動装置を用いた。

【0052】そして、駆動に際しては、図 4 に示すような矩形波交番電圧であって、

① デューティ比が 90% で、正極性パルスの波高値 V_1 が $5.8\ \text{V}$ で、負極性パルスの波高値 $-V_2$ が $-2\ \text{V}$ のものと、

② デューティ比が 90% で、正極性パルスの波高値 V_1 が $6.0\ \text{V}$ で、負極性パルスの波高値が $-4\ \text{V}$ のものと、

を順に電極 3a、3b に印加した。但し、いずれの交番電圧も、正極性パルスは電極 3b の方に印加した。

【0053】本発明者が顕微鏡で観察したところ、ポリマービーズ 5 は、上記①の交番電圧を印加した場合には実施例 2 と同様の円運動を行い、上記②の交番電圧を印加した場合には実施例 2 とは反対方向の円運動を行うことが分かった。すなわち、印加する交番電圧によって円運動の方向を反転できることが分かった。

20 【0054】（実施例 4）本実施例においては、図 7 に示す微小物体駆動装置 D₁ を作成した。

【0055】すなわち、いずれの電極 13a、13b もそれぞれのガラス基板 1a、1b のほぼ全面に形成し、両方の電極 13a、13b はポリイミド薄膜 6a、6b にて被覆した。また、図示上側のポリイミド薄膜 6a には +x 方向にラビング処理を施し、図示下側のポリイミド薄膜 6b には -x 方向にラビング処理を施した。なお、ガラス基板 1a、1b のサイズは $8\ \text{mm} \times 8\ \text{mm}$ とし、基板間隙は $8\ \mu\text{m}$ とした。

30 【0056】そして、駆動に際しては、図 4 に示すような矩形波交番電圧であって、

③ デューティ比が 50% で、正極性パルスの波高値 V_1 が $5.6\ \text{V}$ で、負極性パルスの波高値 $-V_2$ が $-6.4\ \text{V}$ のものと、

④ デューティ比が 50% で、正極性パルスの波高値 V_1 が $6.4\ \text{V}$ で、負極性パルスの波高値 $-V_2$ が $-5.6\ \text{V}$ のものと、

を順に電極 13a、13b に印加した。但し、いずれの交番電圧も、正極性パルスは図示下側の電極 13b の方に印加した。

40 【0057】本発明者が顕微鏡で観察したところ、全てのポリマービーズ 5 は、上記③の交番電圧を印加した場合には -x 方向に直線的な運動を行い、上記④の交番電圧を印加した場合には逆方向（すなわち、+x 方向）に直線的な運動を行うことが分かった。すなわち、印加する交番電圧によってポリマービーズ 5 を直線的に運動させることができ、しかもその移動方向を制御できることが分かった。

50 【0058】ポリマービーズ 5 がこのように直線運動する機構については完全には解明できていないが、電圧印

加に伴って矢印F₁の方向の液晶流動が生じ、印加する交番電圧の種類によってポリマービーズ5が一方の電極13a又は他方の電極13bの近傍に電気泳動力によって引き寄せられ、その後は液晶流動によって直線運動をするためと推察される。

【0059】(実施例5)本実施例においては、微小物体として、直径14μmのポリマービーズ(商品名マイクロパールBB、積水ファインケミカル(株)製)を用いた。その他の構成は実施例3と同じにした。

【0060】そして、駆動に際しては、実施例3と同じように、上記①及び②の2種類の交番電圧を印加した。

【0061】本発明者が顕微鏡で観察したところ、ポリマービーズ5は、上記①の交番電圧を印加した場合に、実施例3にて①の交番電圧を印加した場合の円運動方向と同方向に自転運動を行い、上記②の交番電圧を印加した場合には、反対方向に自転運動を行うことが分かった。すなわち、ポリマービーズ5のサイズを大きくすれば自転運動を実現でき、しかも、その自転方向は印加する交番電圧によって反転できることが分かった。

【0062】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によると、微小物体に直線運動、円運動、自転運動など多様な運動を発現させる事ができ、上述のような動力伝達機構を個々の微小物体に連結した場合には電気エネルギーを運動エネルギーに変換してマイクロモーターやマイクロポンプ等として用いることができる。

【0063】また、本発明によれば、従来装置のようにレーザー光源や複雑な電極や駆動回路を必要としないため、装置の構造を簡単にでき、その薄型化を図ることができる。

【0064】さらに、本発明によれば、個々の微小物体に動力伝達機構として回転軸を連結する場合、その回転軸を延設する方向は、基板面に沿った方向ではなく基板面に垂直な方向となる。したがって、基板と基板との間に回転軸を配置し回転させるための間隙を設ける必要がなくなり、この点においても装置の薄型化を図ることができる。

【0065】またさらに、本発明によれば、微小物体の*

*自転運動は、その微小物体の両側において互いに逆方向に発生した液体流動によってなされ、従来装置のように片側の液体流動のみによってなされるのではない。このため、微小物体に動力伝達機構として回転軸を連結する場合であっても、電気エネルギーを運動エネルギーに変換する場合の変換効率が向上され、消費電力の無駄を低減できる。

【0066】また、本発明によれば、微小物体は、従来装置のように電極非対向領域にて運動するのではなく、電極対向領域にて運動する。したがって、電極非対向領域は、微小物体が運動するためのスペースを考慮することなく小さくでき、その分、装置を小型化できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る微小物体駆動装置の構造の一例を示す断面図。

【図2】本発明に係る微小物体駆動装置の構造(特に電極の形状)の一例を示す斜視図。

【図3】微小物体の移動の様子を説明するための模式図。

20 【図4】本発明に係る微小物体駆動装置に印加する交番電圧の波形を示す波形図。

【図5】本発明に係る微小物体駆動装置の構造の一例を示す斜視図。

【図6】微小物体の移動の様子を説明するための模式図。

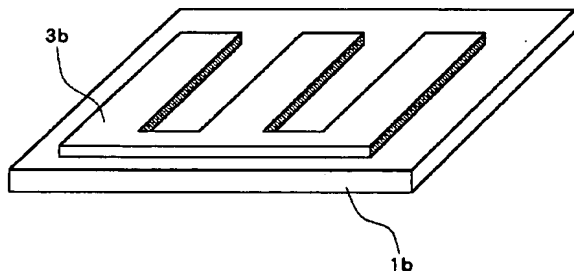
【図7】本発明に係る微小物体駆動装置の構造の一例を示す断面図。

【図8】従来装置の構造の一例を説明するための断面図。

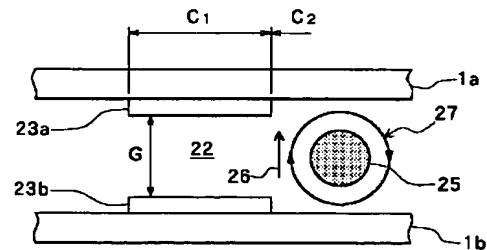
30 【符号の説明】

- 1a, 1b 基板
- 2 液晶(電場応答性液体)
- 3a, 3b 電極
- 4 電圧印加手段
- 5 ポリマービーズ(微小物体)
- 6a, 6b ポリイミド薄膜(膜)
- D₁ 微小物体駆動装置

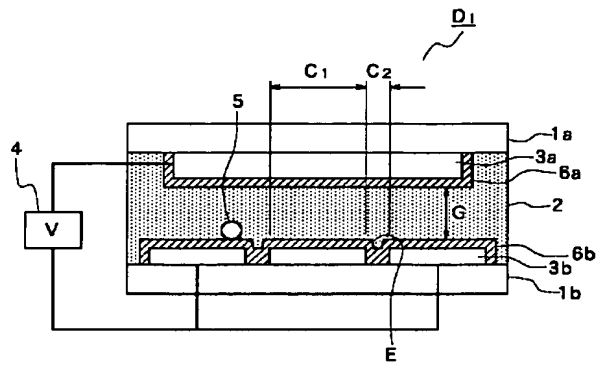
【図2】



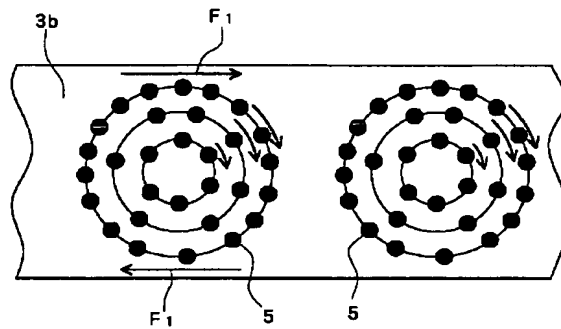
【図8】



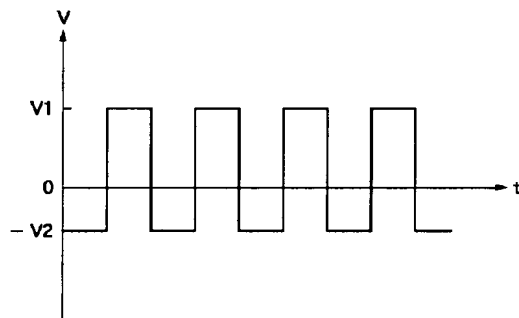
【図1】



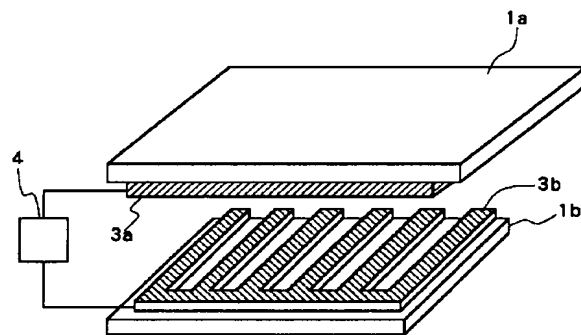
【図3】



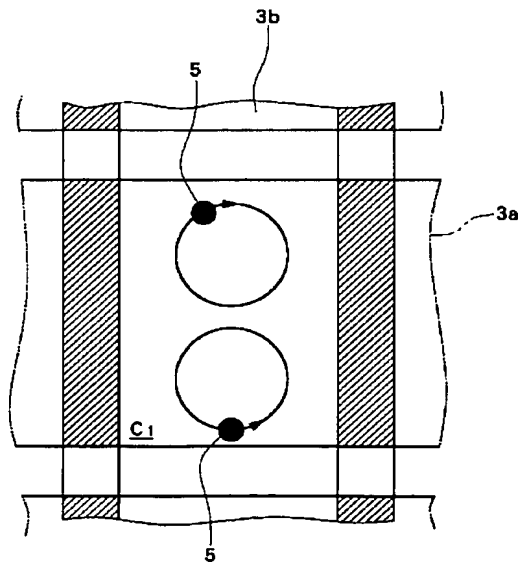
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

